

ОЦЕНКА ПУЛЬСОВОЙ СТОИМОСТИ НАГРУЗКИ В СУТОЧНОМ БЕГЕ

Н.В. МАКАРОВА, А.В. ОВСЯННИКОВА,
УралГУФК, г. Челябинск, Россия

Аннотация

В статье приводятся результаты оценки пульсовой стоимости соревновательной дистанции в беге в течение 24 часов. Проведен анализ итоговых протоколов чемпионатов России по суточному бегу 2021 и 2022 гг. Оперативный контроль ЧСС проводился у 15 спортсменов (7 женщин, 8 мужчин; КМС = 4 чел., МС = 7 чел., МСМК = 4 чел.) с помощью спортивных часов Garmin (моделей Forerunner 245, 645, 945). Определено отсутствие статистически значимых различий в объеме соревновательной дистанции у мужчин и женщин ($223,6 \pm 33,6$ км и $209,6 \pm 28,1$ км соответственно; $p = 0,415$). ЧСС_{ср.} по группе всех спортсменов в течение 24 часов бега составила $131,3 \pm 6,5$ уд./мин, а ЧСС_{max}: $166,9 \pm 15,3$ уд./мин. ЧСС_{ср.} и ЧСС_{max} на всей дистанции не зависели от пола спортсменов ($p = 0,441$ и $p = 0,705$). Выявлена высокая обратная взаимосвязь между ЧСС_{max} и объемом соревновательной дистанции ($r = -0,742$). В течение суток бега ЧСС_{ср.} составила: с 1-го по 6-й час: $143,4 \pm 6,6$ уд./мин; с 6-го по 12-й: $136,5 \pm 5,9$ уд./мин; с 12-го по 18-й: $131,7 \pm 5,7$ уд./мин; с 18-го по 24-й час включительно: $127,8 \pm 7,3$ уд./мин. Определено достоверное снижение ЧСС_{ср.} в каждом шестичасовом интервале соревновательной дистанции суточного бега ($p < 0,001$).

Ключевые слова: бег в течение 24 часов, ультрамарафон, суточный бег, частота сердечных сокращений, оперативный контроль.

ESTIMATION OF THE PULSE COST OF THE LOAD IN THE DAILY RUN

N. V. MAKAROVA, A. V. OVSYANNIKOVA,
UralsUPC, Chelyabinsk city, Russia

Abstract

The article presents the results of the competitive distance pulse value evaluation in running for 24 hours. The analysis of the Russian Running Championship for 24 hours in 2021 and 2022 final protocols is carried out here. Operational heart rate monitoring was carried out in 15 athletes (7 women, 8 men; CMS = 4 people, MS = 7 people, MSMC = 4 people) with Garmin Forerunner 245, 645, 945 sports watches. Results: the absence of statistically significant differences in the competitive distance volume for men and women was determined (223.6 ± 33.6 km and 209.6 ± 28.1 km, respectively; $p = 0.415$). HRS_{av} for the group of all athletes during 24 hours of running amounted to 131.3 ± 6.5 beats/min, and HRS_{max} : 166.9 ± 15.3 beats/min. HRS_{av} and HRS_{max} for the entire distance did not depend on the athletes' gender ($p = 0,441$ and $p = 0,705$). A high inverse relationship between heart rate and the competitive distance volume of was revealed ($r = -0,742$). HRS_{av} from the 1st to the 6th hour of running was: 143.4 ± 6.6 beats/min; from the 6th to the 12th hour: 136.5 ± 5.9 beats/min; from the 12th to the 18th hour: 131.7 ± 5.7 beats/min; from the 18th to the 24th hour included: 127.8 ± 7.3 beats/min. A significant decrease in heart rate was determined in each 6-hour interval of the competitive running distance for 24 hours ($p < 0,001$).

Keywords: running for 24 hours, ultramarathon, daily running, heart rate, operational control.

Введение

Бег в течение 24 часов (суточный бег) является одним из видов легкой атлетики, включенных во Всероссийский реестр видов спорта с кодом 002.019.1.8.1.1.Л. Ежегодно на территории России и других стран проводятся соревнования по суточному бегу, участниками которых становится все больше и больше людей, как профессиональных спортсменов, так и спортсменов-любителей. Кроме

растущей популярности этого вида легкой атлетики, суточный бег (ультрамарафон) находится и в центре внимания исследований физических упражнений [1–11].

Согласно правилам и организации соревнований участники стартуют в 12.00 часов и финишируют в 12.00 часов следующего дня. Спортсмены могут непрерывно бежать, переходить на ходьбу и останавливаться в силу



различных причин (питание, туалет, смена экипировки, проведение массажа, короткий сон). Следует отметить, что в правилах соревнований указано, что последний – 24-й час – спортсмен должен находиться на дистанции. Во время соревновательной дистанции участнику суточного забега необходимо набрать оптимальную скорость, которую он сможет поддерживать максимально долгое время. Бег по дистанции подразумевает равномерный темп, исключая ускорение и смену темпа бега. Результатом соревнования является дистанция, которую преодолел спортсмен по истечении 24 часов.

Ультрамарафонский бег представляет собой яркий пример экстремальной деятельности, особенно интересной по той причине, что умеренная нагрузка, характерная для данного вида спорта, выполняется несколько часов за счет аэробного процесса энергообеспечения. Основными субстратами при работе в этой зоне являются мышечный гликоген, глюкоза крови и жирные кислоты, как внутримышечные (внутримышечный триглицерид), так и триглицериды жировой ткани [2].

В ряде исследований показано, что регулярные упражнения на выносливость умеренной интенсивности считаются «естественным лекарством» для долголетия и снижения рисков для здоровья [3, 4]. Однако имеются данные о том, что интенсивные длительные упражнения на выносливость во время тренировок и/или соревнований вызывают изменения в метаболических потребностях и могут вызвать у человека длительные нарушения гормонального профиля [5]. Эти нарушения могут способствовать повышенному риску сердечно-сосудистых, респираторных, скелетно-мышечных, почечных, иммунологических, желудочно-кишечных расстройств или неврологических травм [5, 6].

Результаты исследования D.A. Bizjak с соавт. (2022) свидетельствуют о том, что питание, богатое белками высокой плотности, во время соревнований может ослабить наблюдаемые катаболические и воспалительные эффекты, вызванные ультрамарафонским бегом, что будет способствовать снижению острого и долгосрочного риска для здоровья спортсменов с возможными для них положительными последствиями для метаболизма, мышечной и клеточной регенерации [7].

Другие факторы риска в зависимости от условий окружающей среды, в которых тренируются и соревнуются спортсмены-ультрамарафонцы, включают: нарушения водно-электролитного баланса, проблемы с центральной нервной системой и желудочно-кишечным трактом, а также обезвоживание и мышечные нарушения, связанные с физической нагрузкой [8]. До сих пор нет определенных выводов о том, может ли ультрамарафон и его высокие объемы тренировок представлять опасность для здоровья, в том числе риски для сердца и сердечно-сосудистой системы.

Эти противоречащие друг другу наблюдения о рисках для здоровья и потенциальных преимуществах ультрамарафонских дистанций требуют проведения исследований относительно оценки воздействия длительных

упражнений, характеризующихся относительно низкой интенсивностью.

Цель исследования: провести оценку пульсовой стоимости соревновательной дистанции в суточном беге.

Организация и методы исследования

Исследование проведено в мае 2021 и 2022 гг. в рамках проведения чемпионата России по бегу в течение 24 часов. В исследовании приняли участие 15 спортсменов, в том числе 7 женщин и 8 мужчин с квалификацией: КМС ($n = 4$), МС ($n = 7$), МСМК ($n = 4$). Оперативный контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС) в ходе соревновательной дистанции проводился при помощи спортивных часов *Garmin* (моделей *Forerunner 245*, *645*, *945*) со встроенным пульсометром (*Elevate*) на запястье. Оптические пульсометры на запястье, используемые в фитнес-браслетах и часах *Garmin*, позволяют получать точные данные частоты пульса пользователя в любой момент времени. Для объективной оценки полученных данных использовались методы математической статистики. Количественные показатели проверялись на предмет соответствия нормальному распределению и описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей ($Q_1 - Q_3$). Сравнение двух групп, имеющих нормальное распределение, выполнялось с помощью t -критерия Стьюдента. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U -критерия Манна-Уитни. Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Обсуждение результатов исследования

Анализ итоговых протоколов чемпионата России по суточному бегу показал, что средняя величина дистанции у всех участников соревнований составила $220,7 \pm 33,7$ км. При этом статистический анализ объема соревновательной дистанции в зависимости от пола не выявил значимых различий среди мужчин и женщин ($p = 0,415$). У мужчин он составил $223,6 \pm 33,6$ км, у женщин: $209,6 \pm 28,1$ км.

В таблице 1 представлены данные оперативного контроля ЧСС в ходе соревновательной дистанции; указаны средние и максимальные значения ЧСС за всю дистанцию, а также средние значения в четырех шестичасовых интервалах.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что средние значения ЧСС по группе всех спортсменов в течение 24 часов бега составили: $131,3 \pm 6,5$ уд./мин, максимальные: $166,9 \pm 15,3$ уд./мин. Корреляционный анализ взаимосвязи значения ЧСС_{ср.} и объема соревновательной дистанции показал слабую обратную



Таблица 1

Результаты оперативного контроля ЧСС в ходе суточного бега

Бегун	ЧСС (уд./мин)						Дистанция (км)
	с 1-го по 6-й час	с 6-го по 12-й час	с 12-го по 18-й час	с 18-го по 24-й час	ЧСС _{ср.}	ЧСС _{макс.}	
1-я жен.	150	135	129	110	123	169	185
2-я жен.	148	130	120	120	123	164	193
3-я жен.	155	149	145	135	145	165	228
4-я жен.	145	136	132	130	136	152	241
5-я жен.	145	140	135	132	135	183	197
6-я жен.	142	138	132	134	135	173	177
7-я жен.	152	145	138	132	136	162	246
1-й муж.	138	135	130	127	135	176	226
2-й муж.	140	137	135	132	135	158	230
3-й муж.	139	132	128	125	128	145	245
4-й муж.	128	125	125	123	123	178	250
1-й муж.	140	135	130	127	128	151	258
6-й муж.	145	135	130	120	123	146	279
7-й муж.	145	142	135	139	132	184	189
8-й муж.	139	133	132	131	133	198	167
<i>M ± SD</i>	143,4 ± 6,6	136,5 ± 5,9	131,7 ± 5,7	127,8 ± 7,3	131,3 ± 6,5	166,9 ± 15,3	220,7 ± 33,7

взаимосвязь ($r = -0,131$), а максимального значения ЧСС_{макс.} и объема соревновательной дистанции – высокую ($r = -0,742$). При анализе среднего и максимального значения ЧСС в зависимости от пола установить статистически значимых различий между мужчинами и женщинами не удалось ($p = 0,441$ и $p = 0,705$).

Наблюдаемая зависимость объема соревновательной дистанции от среднего значения ЧСС описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{дистан. (км)}} = (-0,679 \times X_{\text{ср.}}) + 309,879.$$

При увеличении среднего значения ЧСС_{ср.} на 1 удар в минуту следует ожидать уменьшение объема соревновательной дистанции на 0,679 км.

Кроме того, наблюдаемая зависимость объема соревновательной дистанции от ЧСС_{макс.} описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{дистан. (км)}} = (-1,634 \times X_{\text{макс.}}) + 493,517.$$

Таким образом, при увеличении максимального ЧСС_{макс.} на 1 уд./мин следует ожидать уменьшение объема соревновательной дистанции на 1,634 км. Полученная модель объясняет 55,1% наблюдаемой дисперсии объема соревновательной дистанции.

Максимальные значения ЧСС_{макс.}: от 145 до 169 уд./мин были зафиксированы в 1-й час соревновательной дистанции, когда происходит период развертывания всех функциональных систем организма, в том числе и кардиореспираторной. В это время спортсмены набирают оптимальную скорость бега, соответствующую их уровню подготовленности и запланированной тактической

раскладке сил для длительного бега в течение 24 часов. Протоколы оперативного контроля динамики ЧСС на соревновательной дистанции показаны на рис. 1 в качестве примера.

При последующем анализе вся соревновательная дистанция была условно разделена на 6-часовые интервалы. Среднее значение ЧСС_{ср.} в первые шесть часов бега составила: 143,4 ± 6,6 уд./мин. Во втором интервале – с 6-го по 12-й час: 136,5 ± 5,9 уд./мин. Сравнивая значения ЧСС у всех участников в 1-й и 2-й шестичасовой интервал, мы отметили достоверное снижение ЧСС ($p < 0,001$).

С 12-го по 18-й час бега (в ночное время) средние значения ЧСС_{ср.} составили 131,7 ± 5,7 уд./мин, а самые минимальные индивидуальные значения: 120 уд./мин. На наш взгляд, это связано с общим утомлением, вызванным экстремально длительным бегом и истощением энергетических ресурсов. Этот же интервал приходится на период с 00.00 до 06.00 часов утра, что в свою очередь замедляет функционирование организма, т.к. с наступлением темноты усиливается выработка мелатонина, вызывающего сонливость [9].

Четвертый интервал соревновательной дистанции – с 18-го по 24-й час включительно – также охарактеризовался низкими значениями ЧСС, которые составили в среднем 127,8 ± 7,3 уд./мин. У отдельных спортсменов отмечены незначительные повышения – до 139 уд./мин, вызванные наличием энергетических, функциональных, психологических ресурсов, состоянием опорно-двигательного аппарата к способности сохранить и увеличить скорость бега на последних



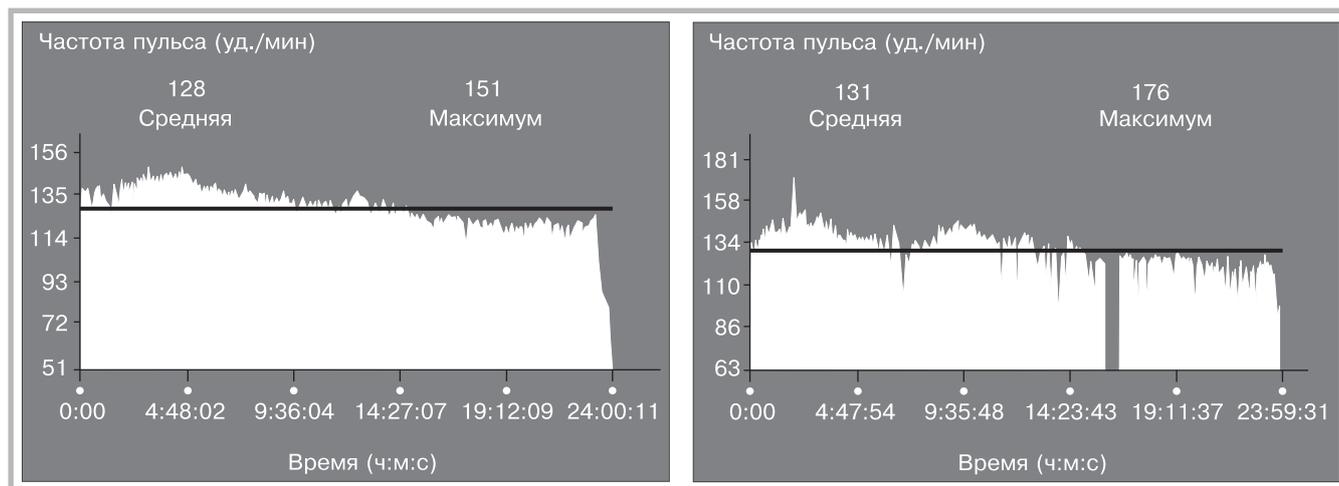


Рис. 1. Динамика ЧСС двух спортсменов на соревновательной дистанции в суточном беге

часах ультрамарафона. В то же время выделены атлеты, у которых ЧСС снизилась до 90–100 уд./мин в связи с переходом на ходьбу к окончанию дистанции, а в некоторых случаях – на остановку и прекращение соревновательной дистанции.

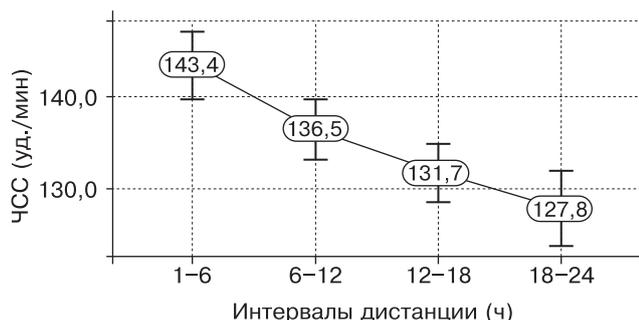


Рис. 2. Динамика значений ЧСС в 6-часовых интервалах соревновательной дистанции

Математико-статистическая обработка данных показала достоверное снижение ЧСС на протяжении всех четырех шестичасовых интервалов ($p < 0,001$). График динамики ЧСС на протяжении всей дистанции изображен на рис. 2.

Анализ динамики ЧСС в зависимости от пола бегунов представлен в табл. 2.

Согласно данным таблицы 2, и мужчины, и женщины демонстрировали статистически значимые снижения ЧСС на всей дистанции ($p < 0,001$). Сравнивая значения ЧСС у мужчин и женщин, мы выявили статистически значимые различия только в период 1-го шестичасового интервала ($p = 0,004$). На протяжении остальной части дистанции – 18-ти часов – значения ЧСС у мужчин и женщин не имели статистически значимых различий ($p = 0,140; 0,402; 0,748$).

Таблица 2

Анализ динамики ЧСС на соревновательной дистанции в зависимости от пола бегунов

Пол	Интервалы соревновательной дистанции								p
	1–6-й час		6–12-й час		12–18-й час		18–24-й час		
	Me	Q ₁ – Q ₃	Me	Q ₁ – Q ₃	Me	Q ₁ – Q ₃	Me	Q ₁ – Q ₃	
Женщины (n = 7)	148,0	145,0–151,0	138,0	135,5–142,5	132,0	130,5–136,5	132,0	125,0–133,0	< 0,001* $p_{1-6-12-18} = 0,027$ $p_{1-6-18-24} = 0,005$
Мужчины (n = 8)	139,0	138,5–140,0	135,0	132,5–136,0	130,0	129,0–133,5	127,0	126,0–131,5	< 0,001* $p_{1-6-12-18} = 0,041$ $p_{1-6-18-24} = 0,004$
p	0,004*		0,140		0,402		0,748		–

* Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).



Выводы

Оценка пульсовой стоимости соревновательной дистанции в суточном беге выявила ряд физиологических особенностей, характерных для ультрадлинного бега. Исследование показало, что всю соревновательную дистанцию спортсмены преодолевают со средним значением ЧСС_{ср.} ($131,3 \pm 6,5$ уд./мин) за счет аэробного режима энергообеспечения. Разделение соревновательной дистанции на шестичасовые временные интервалы способствовало установлению статистически значимых снижений ЧСС как у мужчин, так и у женщин. При этом объем соревновательной дистанции у мужчин и женщин статистически не различался: $223,6 \pm 33,6$ км и $209,6 \pm 28,1$ км соответственно ($p = 0,415$).

Практическая значимость исследования заключается в использовании полученных данных при выборе тренировочных средств, в том числе параметров объемов

и интенсивности, способствующих развитию ведущей энергосистемы и успешному выступлению в беге в течение 24 часов. Теоретическая значимость заключается в научном дополнении параметров и значений модельных характеристик легкоатлетов, специализирующихся на сверх- и ультрадлинных дистанциях [10]. Тем не менее исследование не является исчерпывающим, а требует дальнейшего своего продолжения для изучения возможных ортопедических, сердечно-сосудистых и метаболических последствий ультрамарафонов. Использование же доступных и перспективных технологий контроля в сочетании с анализом индивидуальных тренировочных планов спортсменов позволит получить новое научное знание и внести вклад в развитие методик спортивной подготовки ультрамарафонцев, в том числе повышение их результативности и снижение риска для здоровья.

Литература

1. Балберова, О.В. Модельные характеристики соревновательной деятельности по показателям функциональной подготовленности спортсменов / О.В. Балберова, Е.Г. Сидоркина, К.С. Кошкина, Ю.К. Плачи, Е.В. Быков // Science for Education Today. – 2021. – № 3. – С. 161–176.
2. Балберова, О.В. Модельные характеристики тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов циклических видов спорта с разной спецификой тренировочного процесса (обзор) / О.В. Балберова, Е.В. Быков // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – 2022. – № 1 (33). – С. 3–13.
3. Lemez, S., Baker, J. Do Elite Athletes Live Longer? A Systematic Review of Mortality and Longevity in Elite Athletes // Sports Medicine Open. – 2015. – Vol. 1 (1). – P. 16. – doi: 10.1186/s40798-015-0024-x
4. Teramoto, M., Bungum, T.J. Mortality and longevity of elite athletes // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2010. – Vol. 13 (4). – Pp. 410–416.
5. Sansoni, V., Vernillo, G., Perego, S., Barbuti, A., Merati, G., Schena, F., La Torre, A., Banfi, G., Lombardi, G. Bone turnover response is linked to both acute and established metabolic changes in ultra-marathon runners. Endocrine. – 2017. – Vol. 56 (1). – Pp. 196–204.
6. Tiller, N.B., Roberts, J.D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J.M., Smith, L., Wiffin, M., Russell, M., Sparks, S.A., Duckworth, L., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2019. – 16:50. – doi: 10.1186/s12970-019-0312-9
7. Bizjak, D.A., Schulz, S.V.W., John, L., Schellenberg, J., Bizjak, R., Witzel, J., Valder, S., Kostov, T., Schalla, J., Steinacker, J.M., et al. Running for Your Life: Metabolic Effects of a 160.9/230 km Non-Stop Ultramarathon Race on Body Composition, Inflammation, Heart Function, and Nutritional Parameters // Metabolites. – 2022. – Vol. 12. – P. 1138. – doi:10.3390/metabo12111138
8. Sewry, N., Schwoellnus, M., Boulter, J., Seocharan, I., Jordaan, E. Medical Encounters in a 90-km Ultramarathon Running Event: A 6-year Study in 103 131 Race Starters-SAFER XVII. Clinical Journal of Sport Medicine. – 2022. – Vol. 32 (1). – Pp. 61–67.
9. Порцева, К.В. Влияние биоритмов на результаты и состояние спортсменов циклических видов спорта / К.В. Порцева, В.В. Порцев // Фенология: современное состояние и перспективы развития: материалы Межд. науч.-практ. конф., посвященной 175-летию Русского географического общества, 120-летию со дня рождения В.А. Батманова, 90-летию Уральского государств. педагогич. универ., Екатеринбург, 16–17 декабря 2020 г. / УралГПУ. – Екатеринбург, 2020. – С. 311–317.
10. Овсянникова, А.В. Модельные характеристики компонентного состава тела легкоатлетов, специализирующихся в сверх- и ультрадлинных дистанциях / А.В. Овсянникова, Н.В. Макарова, О.В. Балберова, Е.Г. Сидоркина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 9 (199). – С. 183–187.
11. Hoffman, M.D., Khodaei, M., Nudell, N.G., Pasternak, A. Recommendations on the Appropriate Level of Medical Support at Ultramarathons, Sports Medicine. – 2020. – Vol. 50. – Pp. 871–884.



References

1. Balberova, O.V., Sidorkina, E.G., Koshkina, K.S., Plachi, Yu.K. and Bykov, E.V. (2021), Model characteristics of competitive activity in terms of functional fitness of athletes, *Science for Education Today*, vol. 3, pp. 161–176.
2. Balberova, O.V. and Bykov, E.V. (2022), Model characteristics of training and competitive activity of cyclical sports athletes with different specifics of the training process (review), *Nauchno-sportivnyj vestnik Urala i Sibiri*, vol. 1 (33), pp. 3–13.
3. Lemez, S. and Baker, J. (2015), Do Elite Athletes Live Longer? A Systematic Review of Mortality and Longevity in Elite Athletes, *Sports Medicine Open*, vol. 1 (1), p. 16, doi: 10.1186/s40798-015-0024-x
4. Teramoto, M. and Bungum, T.J. (2010), Mortality and longevity of elite athletes, *Journal of Science and Medicine in Sport*, vol. 13 (4), pp. 410–416.
5. Sansoni, V., Vernillo, G., Perego, S., Barbuti, A., Merati, G., Schena, F., La Torre, A., Banfi, G. and Lombardi, G. (2017), Bone turnover response is linked to both acute and established metabolic changes in ultra-marathon runners, *Endocrine*, vol. 56 (1), pp. 196–204.
6. Tiller, N.B., Roberts, J.D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J.M., Smith, L., Wiffin, M., Russell, M., Sparks, S.A., Duckworth, L., et al. (2019), International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16:50, doi: 10.1186/s12970-019-0312-9
7. Bizjak, D.A., Schulz, S.V.W., John, L., Schellenberg, J., Bizjak, R., Witzel, J., Valder, S., Kostov, T., Schalla, J., Steinacker, J.M., et al. (2022), Running for Your Life: Metabolic Effects of a 160.9/230 km Non-Stop Ultramarathon Race on Body Composition, Inflammation, Heart Function, and Nutritional Parameters, *Metabolites*, vol. 12, p. 1138, doi:10.3390/metabo12111138
8. Sewry, N., Schweltnus, M., Boulter, J., Seocharan, I. and Jordaan, E. (2022), Medical Encounters in a 90-km Ultramarathon Running Event: A 6-year Study in 103 131 Race Starters-SAFER XVII, *Clinical Journal of Sport Medicine*, vol. 32 (1), pp. 61–67.
9. Porseva, K.V. and Porsev, V.V. (2020), The influence of biorhythms on the results and condition of athletes of cyclic sports, *Fenologiya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf, 16–17 dekabrya 2022*, Yekaterinburg: Ural State Pedagogical University, pp. 311–317.
10. Ovsyannikova, A.V., Makarova, N.V., Balberova, O.V. and Sidorkina, E.G. (2021), Model characteristics of the component composition of the body of athletes specializing in super and ultra-long distances, *Uchyonye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, vol. 9 (199), pp. 183–187.
11. Hoffman, M.D., Khodae, M., Nudell, N.G. and Pasternak, A. (2020), Recommendations on the Appropriate Level of Medical Support at Ultramarathons, *Sports Medicine*, vol. 50, pp. 871–884.

